

19 BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENTAMT

12 Patentschrift  
11 DE 3830867 C1

21 Aktenzeichen: P 38 30 867.3-27  
22 Anmeldetag: 10. 9. 88  
43 Offenlegungstag: —  
45 Veröffentlichungstag  
der Patenterteilung: 18. 1. 90

51 Int. Cl. 5:  
**B 65 B 55/02**  
B 01 J 19/12  
A 23 L 3/02  
A 23 L 3/01

DE 3830867 C1

Innerhalb von 3 Monaten nach Veröffentlichung der Erteilung kann Einspruch erhoben werden

73 Patentinhaber:

Hermann Berstorff Maschinenbau GmbH, 3000  
Hannover, DE

72 Erfinder:

Koch, Klaus, Dipl.-Phys., 3014 Laatzen, DE

56 Für die Beurteilung der Patentfähigkeit  
in Betracht gezogene Druckschriften:

DE 34 47 544 A1  
DE 34 32 341 A1

54 Arbeitsverfahren und Vorrichtung zum gleichmäßigen Erwärmen mittels Mikrowellen

Es wird ein Arbeitsverfahren und eine Vorrichtung zum gleichmäßigen und schnellen Erwärmen, Pasteurisieren oder Sterilisieren von Lebensmitteln offenbart, die durch eine längliche Mikrowellenbehandlungskammer auf einem endlosen Transportband geführt werden und die sich in Behältern oder in abgeschlossenen Mikrowellen durchlässigen Verpackungen befinden. Der Anfang eines auf dem Transportband geführten Behälters wird vor bzw. beim Einlauf in die Behandlungskammer registriert und zusammen mit dem erfaßten Ende an einen Rechner gegeben. Vom Rechner wird aufgrund dieser Information beim Passieren der Behälter oder Verpackungen unterhalb der Einspeisekanäle die Mikrowelleneinspeiseleistung der einzelnen Einspeisekanäle an- und abgeschaltet, wobei der An- und Abschaltzeitpunkt und die Energieabgabe in Abhängigkeit von der Behälter- bzw. Verpackungslänge der Produktmenge, der Beschaffenheit des Produktes wie der dielektrischen Werte und der Dichte, der geforderten Temperaturerhöhung und der Bandgeschwindigkeit geregelt wird.

DE 3830867 C1

## Beschreibung

Die Erfindung betrifft ein Arbeitsverfahren mit den Merkmalen gemäß dem Oberbegriff von Patentanspruch 1 sowie eine Vorrichtung zur Durchführung des Verfahrens gemäß dem Oberbegriff von Patentanspruch 3.

Aus der DE-PS 34 47 544 ist eine Vorrichtung zum Pasteurisieren mittels Mikrowellen bekannt. Sie weist eine längliche Mikrowellenbehandlungskammer mit einem durch die Kammer geführten, endlosen Transportband auf. Die Behandlungskammer weist Mikrowelleneinspeisekanäle auf.

Diese Einrichtung benötigt exakt gleichmäßige nicht-metallische Transportbehälter für das Gut, die exakt auf dem Transportband positioniert werden müssen. Leichte Abweichungen von den vorgesehenen Positionen in Förderrichtung auf dem endlosen Transportband führen zu einer Verschiebung des gesamten Mikrowelleneinspeisevorganges, wodurch dann örtliche Verbrennungen nicht zu vermeiden sind.

Aus dieser Schrift ist die Maßnahme bekannt, anstelle von flächigen Metallteilen für die Reduzierung der Energiedichte an den Stirnseiten von Produkten eine Verminderung der Energieeinspeisung der angeschlossenen Mikrowellengeneratoren in die einzelnen an Einspeisekanäle vorzunehmen, wenn die Stirnseiten der Produkte auf dem Transportband unter die einzelnen Mikrowellen-Einspeisekanäle hindurchlaufen.

Es ist die Aufgabe der Erfindung, ein Verfahren sowie eine Vorrichtung zur Durchführung des Verfahrens vorzuschlagen, womit eine sehr gleichmäßige energiesparende Erwärmung von Produkten mittels Mikrowellenenergie durchführbar ist, wobei die Abstände zwischen den einzelnen Behältern und die Behälterlänge der hintereinander auf dem Transportband angeordneten Behälter unterschiedlich sein können, so daß eine Anpassung an eine breite Produktpalette hinsichtlich der Behandlungsintensität und -dauer ohne großen Aufwand ermöglicht wird.

Die Aufgabe wird durch den kennzeichnenden Teil von Anspruch 1 und den kennzeichnenden Teil des Anspruchs 3 gelöst. Vorteilhafte Weiterbildungen des Verfahrens sind in den Unteransprüchen angegeben.

Durch die systematische Erfassung bzw. Registrierung des Anfanges und Endes der Behälter auf dem Transportband vor dem Einlaufen in die Anlage, wird eine dosierte Mikrowellenleistungseinspeisung in jeden Behälter durchführbar, ohne daß auf eine genaue Positionierung der Verpackungen untereinander und der dazwischen liegenden Abstände in Förderrichtung geachtet werden muß. Im Alltagsbetrieb einer derartigen Anlage ist dieser Vorteil von entscheidender Bedeutung.

Aber auch hinsichtlich einer Energieeinsparung ergeben sich dadurch wesentliche Vorteile. Die zum Erreichen einer vorbestimmten Produkttemperatur erforderliche Energie wird nur dann dem Produkt im Behälter bzw. dem verpackten Produkt zugeführt, wenn es sich unterhalb einer Öffnung der Mikrowelleneinspeisekanäle befindet.

Der größte Vorteil ist jedoch, daß gezielt hinsichtlich jeder einzelnen Packung eine Taktlänge bzw. eine Taktzeit eingehalten werden kann, um eine gleichmäßige Temperaturverteilung in den Packungen sicherstellen zu können.

Die Registrierung der Behälter, bevor diese in die Behandlungskammern einlaufen, hat wesentliche Vorteile. In der Behandlungskammer brauchen an den je-

weiligen Einspeisekanälen keine an ein Regelgerät anzuschließende Positionsmelder angeordnet werden.

Die Anordnung derartiger Positionsmelder einschließlich ihrer Verkabelung in der eine hohe Temperatur (z. B. 150° C) aufweisenden Behandlungskammer ist sehr problematisch. Durch die hohe Temperatur in der Behandlungskammer haben Positionsmelder sowie deren Verkabelung nur eine geringe Lebensdauer. Störungen in der Energieeinspeisung und Brände in der Behandlungskammer sind die Folge. Zudem ist eine Sensorausstattung notwendig, die von den elektrischen Feldern der Mikrowellengeneratoren nicht ge- bzw. zerstört wird.

Die Wahl des An- und Abschaltpunktes und der Energieabgabe der einzelnen Generatoren in Abhängigkeit von

- der Produktmenge im Behälter
- der Beschaffenheit des Produktes, z. B. der dielektrischen Werte und der Produktdichte
- der geforderten Temperaturerhöhung
- der Bandgeschwindigkeit des Transportbandes, sowie
- der Behälterlänge

erlaubt ein sehr individuelles Eingehen der Mikrowelleneinspeisung auf unterschiedlichste Produkte. Auf diese Weise können verschiedene Packungslängen und Aufheizzeiten eingestellt werden. Auch die Intensität der Mikrowellenbeaufschlagung (Höhe der Mikrowellenleistung) kann individuell bestimmt werden. Wird der Anhaltspunkt zu früh gewählt, d. h., bevor die Packung unter den Einspeisekanal läuft, entstehen örtliche Überhitzungen in den Packungsanfängen. Wenn der Anhaltspunkt zu spät gewählt wird, wird der Anfang der auf dem Transportband geführten Packung zu wenig erwärmt. Die Folge davon ist eine ungleichmäßige Erwärmung.

Die Leistungsauskoppelung kann gestoppt werden, bevor das Ende der Verpackung sich senkrecht unter der Austrittsöffnung des Einspeisekanals befindet, je nach der Länge und des Inhaltes der Verpackung.

Wird in den Rechner z. B. die Länge der zu behandelnden Behälter fest eingegeben, können zwar nur Packungen gleicher Länge behandelt werden, aber die Abstände dazwischen müssen dann nicht gleich sein.

Das erfindungsgemäße Verfahren erlaubt eine Behandlung von unterschiedlich langen Behältern, weil sowohl der Anfang als auch das Ende z. B. durch eine Abtasteinrichtung erfaßt und die Mikrowelleneinspeisung entsprechend gesteuert wird. Es ist eine exakte Festlegung des An- und Abschaltpunktes durchführbar, so daß unabhängig von der Behälterlänge eine gleichmäßige Aufheizung der Packungsanfänge und -enden einstellbar ist.

In Anspruch 2 wird eine Weiterbildung des Anspruchs 1 aufgezeigt. Die Mikrowellenleistung, die zwischen dem An- und Abschaltpunkt in die Behälter oder Verpackungen eingespeist wird, kann taktweise eingespeist werden während des Transportes des Behälters unterhalb der Austrittsöffnung der Einspeisekanäle. Die Einspeisetaktlänge kann beispielsweise zeitgleich mit der Abschaltpause der Mikrowelleneinspeisung gewählt werden. Die taktweise Mikrowelleneinspeisung wird bis zum Erreichen des Abschaltpunktes durchgeführt. Die taktweise Einspeisung hat den Vorteil einer besseren Temperaturvergleichmäßigung. Insbesondere wird jedoch damit erreicht, daß die Oberfläche des zu

behandelnden Produktes keine Überhitzung und somit eine Schädigung erfährt.

Eine weitere Möglichkeit der Verbesserung der Temperaturvergleichmäßigung wird erreicht, wenn die Energieabgabe, d. h. die Mikrowelleneinspeisung zwischen An- und Abschaltpunkt gezielt hinsichtlich der Leistungshöhe gesteuert wird, z. B. wenn mit 600 Watt gleich 50% begonnen und in der Mitte des Behälters oder der Verpackung eine Erhöhung auf 100%, d. h. auf 1,2 kW, stattfindet. Zum Ende der Verpackung wird dann die Leistung wieder abgesenkt auf 600 Watt.

Auch die Steuerung der Form der Leistung der eingespeisten Mikrowellen führt zu einer weiteren Vergleichmäßigung der Temperatur. Die Form der Leistung kann rechteckig, trapezförmig, dreieckförmig oder sinuskurvenförmig gewählt werden, jeweils in Abhängigkeit von den dielektrischen Werten und der Oberflächenform des Produktes in dem Behälter bzw. in der Packung. Die Oberfläche des Produktes sollte in keinem Fall zu lange mit zu hoher Mikrowellenleistung beaufschlagt werden, weil z. B. eine Flüssigkeitsoberfläche (Fleisch mit Soße) bei einer zu hohen Energieeinleitung in Produkte mit schon höherer Temperatur ( $T = 70^{\circ}\text{C}$ ) in die Dampfphase läuft und dadurch die Verpackung zum Platzen bringen kann. Eine heterogene Oberfläche (z. B. Blumenkohl) ist eine größere Oberfläche und erlaubt daher eine bessere Energieverteilung in dem Produkt. Die Mikrowellenleistung gelangt dabei tiefer in das Produkt und kann sich somit besser verteilen (geringere Energiedichte).

Die Form der Leistung wird in vorteilhafter Weise so gestaltet, daß die Leistungsspitze mit zunehmender Produktoberflächentemperatur immer kürzer auf die Produktoberfläche einwirkt (Reihenfolge: rechteckförmig, trapezförmig, sinusförmig, dreieckförmig). Die Wahl der jeweiligen Leistungsform erfolgt daher in Abhängigkeit von der Temperaturentwicklung im Produkt, insbesondere jedoch hinsichtlich der Temperaturentwicklung der Oberfläche des Produktes.

Nachfolgend werden bevorzugte Ausführungsbeispiele der Erfindung anhand der Zeichnungen erläutert. Es zeigt

Fig. 1 einen schematisierten Längsschnitt durch eine Mikrowellenanlage.

Fig. 2 zeigt schematisiert den Verlauf der Energieeinspeisung.

Fig. 3 eine Darstellung der Temperaturverteilung in einer Packung.

Fig. 4 eine Darstellung der Temperaturverteilung gemäß dem Stand der Technik mit einer Mikrowelleneinspeisung ohne Steuerung der einzelnen Generatoren.

Fig. 5 eine Darstellung der Temperaturverteilung mit einer Taktung während des Mikrowelleneinspeisevorganges der einzelnen Generatoren.

Fig. 6 eine Darstellung der unterschiedlichen Mikrowellenleistungsformen und -höhen, auch in Verbindung mit einer Taktung während des Einspeisevorganges der einzelnen Generatoren.

Durch die Behandlungskammer 1 wird ein endloses Transportband 2 geführt und um die Rollen 3 und 4 umgelenkt. An der Umlenkrolle 4 ist ein Antrieb 5 angeschlossen.

In die Behandlungskammer 1 münden obere Mikrowelleneinspeisekanäle 6 und untere Kanäle 7 ein, an die jeweils obere Generatoren 8 bzw. untere Generatoren 9 für die Erzeugung der Mikrowellenenergie angeschlossen sind.

Die oberen Generatoren 8 sind mittels der Leitungen

10 und die unteren Generatoren 9 mittels der Leitungen 11 an einen Rechner 12 angeschlossen.

Der Antrieb 5 ist durch eine Leitung 13 mit dem Rechner verbunden.

Zwecks Registrierung der exakten Positionen der Behälter, bzw. Packung 17 auf dem Transportband 2 wird eine Reflexlichtschranke 15 vorgesehen, die mittels der Leitung 16 mit dem Rechner 12 und mit einem allgemein bekannten Weggeber 26 verbunden ist.

Nachfolgend wird die Funktionsweise der Mikrowellenanlage erläutert:

Die Position der Packung 17 auf dem Transportband 3, d. h. insbesondere der Anfang 17b und das Ende 17c wird durch die Registriereinrichtung 15 erfaßt und an den Rechner 12 gegeben.

Die Registriereinrichtung ist in diesem Fall eine Reflexlichtschranke 15, die in Verbindung mit einem an den Rechner 12 angeschlossenen Weggeber 26 arbeitet. Der Weggeber 26 wandelt die Bandbewegung in elektrische Impulse um, die so dimensioniert werden können, daß z. B. ein Impuls pro Millimeter Bandbewegung an den Rechner gegeben wird. Mit dieser Auflösung können die Schaltpunkte zum An- und Abschalten der Mikrowellenleistung bezüglich der Behälterlänge und der Öffnungsmitte 18 millimetergenau definiert werden.

Bei der exakten Registrierung des Anfanges 17b und des Endes 17c errechnet der Rechner 12 die An- und Abschaltpunkte der Mikrowellenleistung im Verhältnis zur Behälterposition auf dem Band.

Wenn die Packung 17 mit ihrem Anschaltpunkt 23 unter der Öffnungsmitte 18 des Einspeisekanals 6a hindurchläuft, schaltet der Rechner 12 die Mikrowellenleistung an. Die Einschaltung der Mikrowelleneinspeisung erfolgt aufgrund der Berechnung des von der Packung 17 mit dem Transportband 3 zurückgelegten Weges bis unterhalb der Öffnungsmitte 18 des Einspeisekanals 6a.

Nach Passieren des Abschaltpunktes 24 unterhalb der Öffnungsmitte 18 wird die Mikrowellenauskopplung aus Kanal 6a durch den Rechner 12 bei Erreichen des Abschaltpunktes 24 vor dem Behälterende ausgeschaltet.

Dieser Vorgang wird durchgeführt, ohne daß eine Abtastung des Packungsanfanges 17b oder -endes 17c in der Kammer 1 erfolgen muß. Lediglich durch die Registrierung der Position der Packung 17 auf dem Transportband 3 vor dem Eintreten in die Behandlungskammer 1 ermittelt der Rechner 12 jeweils den exakten Zeitpunkt des Beginns und der Beendigung der Mikrowellenauskopplung für jeden einzelnen Kanal 6, 7 und für jede einzelne Packung. Die nicht veränderbare Anordnung der Einspeisekanäle 6 und deren Abstände 25 zueinander wird bei dem Durchlauf der Packungen 17 durch die Behandlungskammer 1 ebenfalls von dem Rechner 12 berücksichtigt.

Jeder an einen Einspeisekanal 6 bzw. 7 angeschlossene Generator 8 und 9 wird hinsichtlich seiner Leistung sowie seiner Einschaltzeit von dem Rechner 12 gesteuert. Die Steuerung erfolgt aufgrund der Registrierung durch die Reflexlichtschranke 15 unabhängig von der Geschwindigkeit des Transportbandes 3 bzw. entsprechend der Eingabe der Werte für die Packungslänge, dem Packungsinhalt, dem Gewicht und der Dichte des zu behandelnden Produktes, den dielektrischen Werten des Produktes und der geforderten Temperaturerhöhung delta-T.

Hervorzuheben ist, daß die Mikrowelleneinkopplung der Generatoren 8 und 9 für jeden einzelnen Einspeisekanal 6, 7 und für jede einzelne Packung aufgrund

oberer Parameter vom Rechner 12 gesteuert wird. Es spielt daher keine Rolle, ob die Packungen in einem exakten Abstand zueinander auf dem Transportband 3 liegen. Jede Packung wird individuell registriert und auch jeweils die Mikrowelleneinspeisetaktlänge der Generatoren für jede Packung gesteuert. Es ist dabei nicht von Bedeutung, ob eine lange oder kurze Packung mit kleinem oder großem Abstand zueinander im Wechsel auf das Transportband gelegt wird.

Ein positionierter Behälterinhalt kann z. B. in Förderrichtung aufgeteilt in drei verschiedene Lebensmittelprodukte, wie Reis plus Fleisch mit Soße plus Gemüse, durch eine den Produktgrenzen zugeordnete Vorgabe des Ein- und Ausschaltpunktes der Mikrowelleneinspeisung ebenfalls gleichmäßig erwärmt werden, obwohl unterschiedliche Dichten, Gewichte und dielektrische Werte der einzelnen Komponenten vorliegen.

In Fig. 2 wird in schematisierter Weise ein bevorzugtes Beispiel einer Arbeitsweise aufgezeigt, welches zu noch wirtschaftlicherem Arbeiten und zu einer äußerst gleichmäßigen Aufheizung der Packungen und der Packungsänder führt.

Der Behälter 17 auf dem Transportband 2 wird in Richtung des Pfeiles 19 durch die hier nicht gezeigte Behandlungskammer 1 geführt.

Zunächst läuft der Behälter 17 unter den Einspeisekanal 6a hindurch. Der Anschaltpunkt 23 der Mikrowelleneinspeiseleistung wird in bezug zur Behälterlänge 27 und zur axialen Öffnungsmitte 18 des Einspeisekanals 6a gesetzt und ist abhängig vom zu pasteurisierenden Produkt im Behälter.

Die Wegstrecke, die der Behälter 17 zurückgelegt hat, bis die Energieeinspeisung eingeschaltet wird, ist mit 20 gekennzeichnet. Die Wegstrecke, die gleichzusetzen ist mit der Einschaltzeit bzw. der Taktzeit der Mikrowelleneinspeisung in Abhängigkeit von der Bandgeschwindigkeit, wird mit 21 gekennzeichnet. Die Strecke 22 steht für den Weg, den der Behälter auf dem Transportband 2 zurücklegt, um aus dem Bereich der Einspeisekanäle 6 und 7 zu gelangen.

Der Abschaltpunkt der Mikrowelleneinspeisung wird mit 24 bezeichnet. Der Einschaltvorgang wird in diesem Fall mit Passieren des Einschaltpunktes unter/über der Öffnungsmitte 18 der Einspeisekanäle eingeleitet. Dieser Zustand wird dargestellt bei dem unteren Einspeisekanal 7b. Der Abschaltpunkt 24 ist hinter der Öffnungsmitte 18 des unteren Einspeisekanals 7b. Je nach dem zu behandelnden Produkt kann der Einschaltpunkt 23 und der Abschaltpunkt 24, d. h. der Anschaltweg (Taktlänge) unterschiedlich gewählt werden.

Wenn eine geringere Mikrowellenbeaufschlagung zweckmäßig ist, werden die Wegstrecken 20 und 22 verlängert, wodurch die Taktzeit 21, d. h. die Beaufschlagungsdauer verkürzt wird. Die Taktlänge 21 wird entsprechend der Länge der Behälter 17 gewählt. Die jeweilige Länge der Wegstrecken 20 bzw. 22 ist für eine bessere Temperaturverteilung in den Behältern wichtig.

Es kann bei einem Behälterinhalt, z. B. ein Fertiggericht mit einem relativ großen Soßenanteil (Wasseranteil), zweckmäßig sein, den Einschaltpunkt 23 auf den Behälteranfang 17b und den Abschaltpunkt 24 mit dem Behälterende 17c zusammen zu legen.

Der An- und Abschaltpunkt 23, 24 wird in jedem Einzelfall, d. h. je nach dem zu behandelndem Produkt und der Behälterlänge 27, gewählt, jedoch stets bezogen auf die Behälterlänge 27 und die Öffnungsmitte 18 der Einspeisekanäle.

Die Steuerung der Mikrowelleneinspeisung erfolgt,

wie eingangs geschildert, aufgrund der Registrierung der Position des Behälters 17 auf dem Transportband 2, und zwar vor dem Einlaufen in die Behandlungskammer 1. Aufgrund einer entsprechenden Programmierung des Rechners 12, unter Berücksichtigung der Geschwindigkeit des Transportbandes 1, der Behälterlänge 27, der gewünschten Taktzeit 21 und der Energiemenge, wird die Leistungsauskoppelung jedes einzelnen Einspeisekanals 6 und 7 gesteuert. Der Rechner 12 kann dabei auch aufgeteilt werden in einzelne, den Magnetrans zugeordnete Mikroprozessoren und einem Führungsrechner.

Aufgrund dieses Verfahrens und der für die Durchführung des Verfahrens eingesetzten Einrichtung wird erstmalig

- eine gleichmäßige Erwärmung eines homogen gefüllten Behälterinhaltes (z. B. Nudeln mit Soße) gewährleistet, weil die Taktzeit 21 wählbar ist,
- eine gleichmäßige Erwärmung eines mit z. B. drei unterschiedlichen Produkten (Reis, Fleisch mit Soße, Gemüse) befüllten Behälter gewährleistet,
- erreicht, daß unterschiedlich lange Behälter mit beliebigen Abständen auf das Transportband gesetzt werden können,
- sichergestellt, daß die Anlage eine höchstmögliche Ausnutzung der teuren Mikrowellenenergie erlaubt, weil aufgrund der Rechnersteuerung die Taktzeit, die Behälterlänge und die Bandgeschwindigkeit gezielt berücksichtigt werden und jeder Einspeisekanal separat gesteuert wird.

Wenn die zwischen dem An- und Abschaltpunkt eingespeisten Mikrowellen taktweise eingegeben werden, wird eine weitere Verbesserung der Temperaturverteilung erreicht.

Bei einer Taktlänge von z. B. 4 s und einer Pause von ebenfalls 4 s wurde erreicht, daß das bei herkömmlicher Dauerleistung gemäß dem Stand der Technik im Vergleich zu den Randzonen um ca. 20° C tiefer liegende Produktzentrum (Fig. 4) auf gleiche Temperatur mit den Randzonen angehoben werden konnte (Fig. 5).

Entsprechend den Ergebnissen, gezeigt in Fig. 4 und 5, ist es durch Anwendung des beschriebenen Arbeitsverfahrens (gepulste Mikrowellenleistung) auch bei langsamen Fördergeschwindigkeiten möglich, ein homogenes Temperaturfeld im Behandlungsgut zu erreichen.

Ein weiterer positiver Effekt hat sich dahingehend herausgestellt, daß bei versiegelten Kunststoffpackungen die Aufblähung der Siegfelfolie durch inneren Überdruck vernachlässigbar klein wird. Während des Leistungstaktes beginnt die Kopfraumaufdehnung nach einigen Sekunden, um nach etwa 5 s kritisch groß zu werden. Durch die etwa ebenso große Einspeisungspause, verschwindet diese Aufblähung wieder, um bei erneutem Leistungsimpuls wieder von 0 an zu beginnen.

Zusammen mit einem zur Packungslänge 27 definiertem Ein- und Ausschalten dieses Impulsbetriebes wird somit eine gleichmäßige Erwärmung des Produktes gewährleistet.

Außerdem wird durch die Taktung der Energie zwischen den An- und Abschaltpunkten 23 und 24, im Gegensatz zu einem Dauerbetrieb gemäß dem Stand der Technik, die Eindringgeschwindigkeit der Mikrowellenleistung in das Produkt erheblich erhöht, so daß die Produktoberfläche weniger überhitzt wird.

In Fig. 6 wird die Form der Mikrowellenleistung, die zwischen dem Anschaltpunkt 23 und dem Abschalt-

punkt 24 durch die Einspeisekanäle 6, 7 in den Behälter 17 eingegeben wird, bildlich dargestellt.

Die Form der Leistung beeinflusst die Temperatur der Produktoberfläche. Die Leistungsspitze sollte mit zunehmender Produktoberflächentemperatur kürzer auf die Produktoberfläche einwirken.

Die rechteckförmige Leistungsform 30 bewirkt die stärkste Beeinflussung der Produktoberfläche. Die trapezförmige Leistungsform 31 vermindert diese Beeinflussung und die dreieckförmige Leistungsform 32 führt eine weitere Verringerung der Oberflächeneinwirkung auf das Produkt herbei.

Wenn zusätzlich zu der Wahl einer sinuskurvenförmigen Leistungsform 33 eine Verminderung der Leistungshöhe von 100% auf 80% vorgenommen wird, werden sehr gute Ergebnisse erzielt.

Durch einen Impulsbetrieb der Anlage, d. h. ein impulsartiges Eingeben der Mikrowellenenergie (zwischen den An- und Abschaltpunkten 23, 24), wurde in überraschender Weise festgestellt, daß versiegelte Packungen bis zu Produkttemperaturen von 85–95° C nicht mehr aufplatzten, was einen erheblichen technischen Fortschritt darstellt.

#### Beispiel:

In die Lebensmittelverpackung aus z. B. einer tiefgezogenen und versiegelten Kunststoffolie wird ein vorgefertigtes Lasagne-Gericht eingegeben, das einem Pasteurisiervorgang unterworfen werden soll, um Keime abzutöten zwecks Verlängerung der Verbrauchszeit bzw. der Haltbarkeit.

Die Packungen haben folgende Abmessungen:

Länge: 190 mm

Breite: 140 mm

Höhe: 28 mm

Gewicht: 400 g

Nachfolgend wird ein Beispiel beschrieben, welches in Übereinstimmung mit der Lehre des ersten Patentanspruches durchgeführt wurde.

Um die für einen Pasteurisiervorgang erwünschte Produkttemperatur von 80° C zu erhalten, wird ein Energiebedarf von 0,025 kWh pro 400 g Packung für die Durchlaufzeit errechnet, wobei von gleichen Packungsdimensionen und von einer Produkteingangstemperatur von 40° C ausgegangen wird.

Der Rechner 12 wird folgendermaßen programmiert:

a) alle oberen Generatoren 8 und unteren Generatoren 9 werden auf eine Leistungsabgabe von je 1,2 kW programmiert, so daß von unten und von oben jeweils durch die Einspeisekanäle 6 und 7 zusammen eine Mikrowellenleistung von 1,2 kW auf jede Lasagne-Packung während der Taktzeit 21 einwirkt.

b) Es sind sieben obere und sieben untere Einspeisekanäle 6 und 7 vorhanden. Die Gesamtbeaufschlagungszeit von einer Minute wird aufgeteilt auf 8,5 Sekunden pro oberer und unterer Einspeiseöffnung, d. h. die Taktzeit 21 der Lasagne-Packung vom Einschaltpunkt 23 bis zum Abschaltpunkt 24 beträgt 8,5 Sekunden.

Es wird somit eine Gesamtenergiebeaufschlagungszeit von 7 x 8,5 Sekunden = ca. 1 Minute bei konstanter Mikrowellenleistungsabgabe von 1,2 kW verwirklicht, und zwar jeweils mit der vol-

len erforderlichen Leistung von 1,2 kW pro Magnetron und pro Packung.

Der Abstand von der Austrittsöffnung der Einspeisekanäle 6 und 7 zur Produktoberfläche beträgt 50 mm.

Zur Anwendung gelangte eine Mikrowellenanlage, die mit einer Wellenlänge von 12 cm bzw. 120 mm arbeitet (Frequenz von 2 450 GHz).

Eine typische Temperaturverteilung in der Verpackung wird in Fig. 3 wiedergegeben.

Aus Fig. 3 wird ersichtlich, daß die Temperaturdifferenz in der Packung, insbesondere hinsichtlich der Randbereiche zur Mitte nur gering ist, so daß ein Verbrennen der Randbereiche vermieden wird. Es wurde eine sehr gleichmäßige Keimabtötung über die gesamte Fläche festgestellt.

#### Bezugszeichenliste

- 1 Behandlungskammer
- 2 Transportband
- 3 Umlenkrollen
- 4 Umlenkrollen
- 5 Antrieb
- 6 obere Einspeisekanäle
- 7 untere Einspeisekanäle
- 8 Generator, obere
- 9 Generator, untere
- 10 Leitung, oben
- 11 Leitung, unten
- 12 Rechner
- 13 Leitung, Antrieb
- 14 Markierungsleisten auf Transportband
- 15 Registriereinrichtung (Reflexlichtschranke)
- 16 Leitung
- 17 Behälter, Packung
- 17b Behälteranfang
- 17c Behälterende
- 17d Behältermitte
- 18 Öffnungsmitte (axialer Mittelpunkt des Einspeisekanals)
- 19 Pfeil
- 20 Weg
- 21 Taktzeit
- 22 Weg
- 23 Anschaltpunkt
- 24 Abschaltpunkt
- 25 Einspeisekanalabstand
- 26 Weggeber
- 27 Packungslänge
- 28 Impulslänge
- 29 Pausenlänge
- 30 rechteckförmige Leistungsform
- 31 trapezförmige Leistungsform
- 32 dreieckförmige Leistungsform

#### Patentansprüche

1. Verfahren zum gleichmäßigen Erwärmen von Produkten mittels Mikrowellen, wobei die zu behandelnden Produkte, wie z. B. chemische oder pharmazeutische Produkte oder Fertiggerichte, in offenen oder abgeschlossenen, Mikrowellen durchlässigen Behältern auf einem kontinuierlich fördernden, endlosen Transportband durch eine Behandlungskammer geführt werden, in der senkrecht zum Transportband ausgerichtete Einspeisekanäle von Mikrowellen-Generatoren angeord-

net sind, deren Energieabgaben durch einen Rechner steuerbar sind, dadurch gekennzeichnet, daß der Anfang sowie das Ende eines auf dem Transportband geführten Behälters vor, bzw. beim Einlauf in die Behandlungskammer registriert und an den Rechner weitergeleitet wird, daß die Mikrowellengeneratoren nur dann eingeschaltet werden, wenn sich Behälter unter den Öffnungen der Einspeisekanäle befinden, und daß der genaue Anschalt- und Abschaltpunkt der einzelnen Mikrowellen-Generatoren sowie deren Energieabgaben von dem Rechner in Abhängigkeit von der in dem Behälter befindlichen Produktmenge, von der Beschaffenheit des Produktes, wie z. B. dielektrische Werte, Dichte, von der geforderten Temperaturerhöhung von der Bandgeschwindigkeit des Transportbandes und von der Behälterlänge ermittelt und geregelt werden.

2. Verfahren zum gleichmäßigen Erwärmen von Produkten mittels Mikrowellen nach Anspruch 1 dadurch gekennzeichnet, daß die zwischen dem Anschaltpunkt (24) und dem Abschaltpunkt (23) von den einzelnen Generatoren (8, 9) durch die Einspeisekanäle (6, 7) abgegebene Mikrowellenleistung taktweise, in beliebiger Höhe und/oder in beliebiger Form (30, 31, 32, 33) in die Behälter (17) oder Packungen eingespeist wird.

3. Vorrichtung zur Durchführung des Verfahrens nach den Patentansprüchen 1 und 2 bestehend aus einer länglichen Behandlungskammer, durch die ein endloses Transportband läuft und mit durch die Wandung der Kammer von oben ragenden Einspeisekanälen, an die Mikrowellengeneratoren angeschlossen sind, dadurch gekennzeichnet, daß eine außerhalb der Behandlungskammer (1) angeordnete, den Anfang (17b) und das Ende (17c) eines Behälters (17) oder einer Verpackung auf dem laufenden Transportband (2) vor dem Einlaufen registrierende, an einen Rechner angeschlossene Einrichtung (15) vorgesehen wird, daß ein die Geschwindigkeit des Transportbandes erfassender Weggeber (26) vorgesehen wird, der ebenfalls an den Rechner (12) angeschlossen ist, daß jeweils an jedem Einspeisekanal (6, 7) ein hinsichtlich seiner Leistungsabgabe individuell regelbarer Mikrowellengenerator (8, 9) angeordnet ist, und daß die Mikrowellengeneratoren (8, 9) an den Rechner angeschlossen sind, der diese an- und abschaltet sowie ihre Leistungsabgabe regelt.

4. Vorrichtung nach Anspruch 3 dadurch gekennzeichnet, daß die den Anfang (17b) und das Ende (17c) der Behälter (17) oder der Verpackungen vor oder beim Einlaufen in die Behandlungskammer (1) registrierende Einrichtung (15) als eine, mit dem Weggeber (26) zusammenwirkende, die Position der Behälter (17) oder Verpackungen auf dem Transportband (2) für den An- und Abschaltvorgang der einzelnen Generatoren (8, 9) an den Rechner (12) gebende, Reflexionslichtschranke ausgebildet ist.

5. Vorrichtung nach Anspruch 3 dadurch gekennzeichnet, daß die den Anfang (17b) und das Ende (17c) der Behälter (17) oder Verpackungen auf dem laufenden Transportband (2) registrierende an den Rechner (12) angeschlossene Einrichtung (15) als mechanische Taster, optische Taster, als auf Laserstrahlen basierender Taster, als Staudruckluftdüse, als Näherungsschalter oder als Ultraschall- bzw.

Infrarottaster ausgebildet ist.

6. Vorrichtung nach Anspruch 3 dadurch gekennzeichnet, daß jeweils ein senkrecht von oben in die Behandlungskammer (1) hineinragender Einspeisekanal (6) im Wechsel mit einem senkrecht von unten in die Kammer (1) ragenden Einspeisekanal (7) in Arbeitsrichtung der Anlage (1) hintereinander, oder daß jeweils einem senkrechten oberen Einspeisekanal (6) ein senkrechter unterer Einspeisekanal (7) gegenüber angeordnet ist.

Hierzu 3 Seite(n) Zeichnungen

— Leerseite —

Fig.1

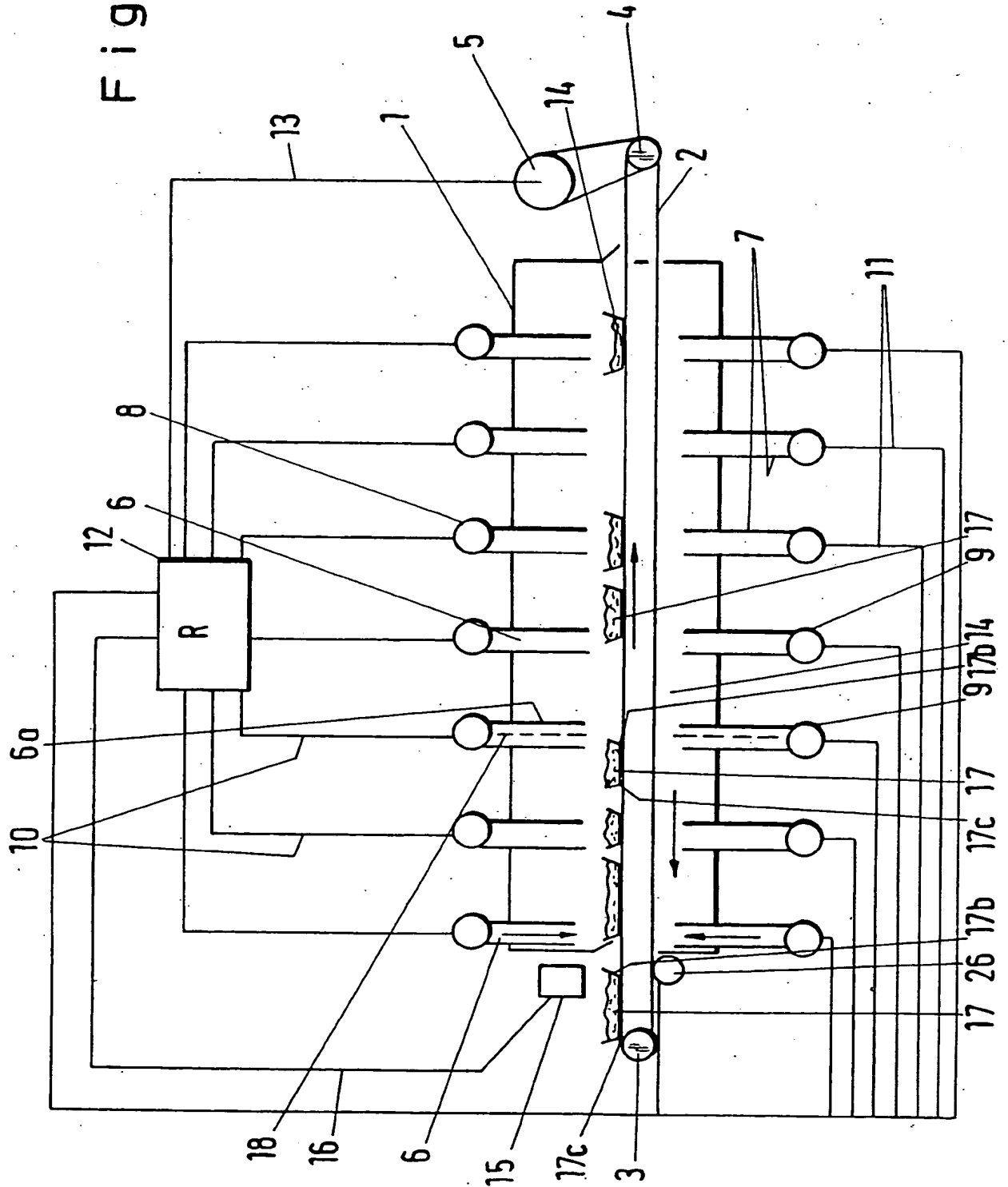




Fig.2

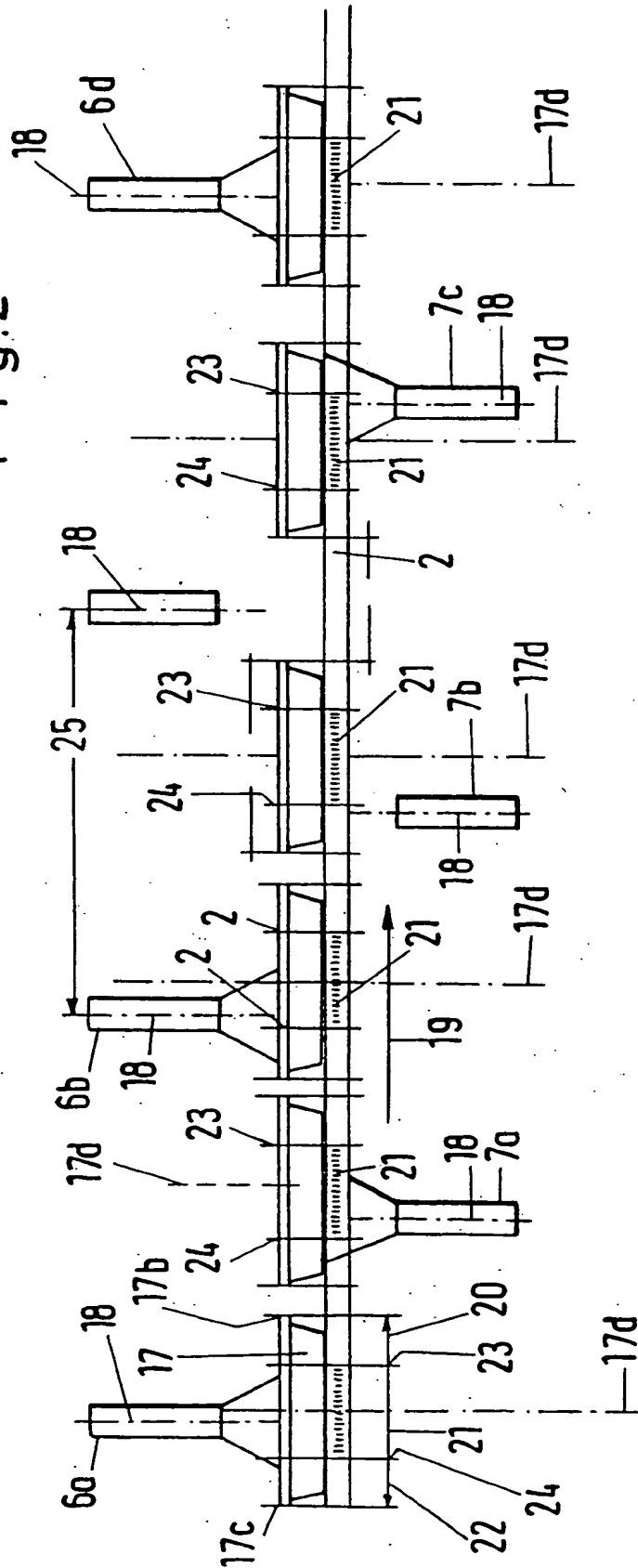


Fig.3

79	80			
	80	81		
82	81	83		
83			79	

Fig.4

(Stand der Technik)

83°	74°	73°
84°	65°	81°
84°	73°	78°

Fig.5

63°	64°	63°
64°	65°	64°
64°	63°	63°

Fig.6

